

IMAGE PICKUP DEVICE

Patent number: JP2000023044

Publication date: 2000-01-21

Inventor: NAKAMURA NOBUO; TANAKA YORIKO; EGAWA YOSHITAKA; OSAWA SHINJI; SUGIKI TADASHI; ENDO YUKIO

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: H01L27/146; H04N5/235; H04N5/335; H01L27/146; H04N5/235; H04N5/335; (IPC1-7): H04N5/335; H01L27/146

- european:

Application number: JP19980185121 19980630

Priority number(s): JP19980185121 19980630

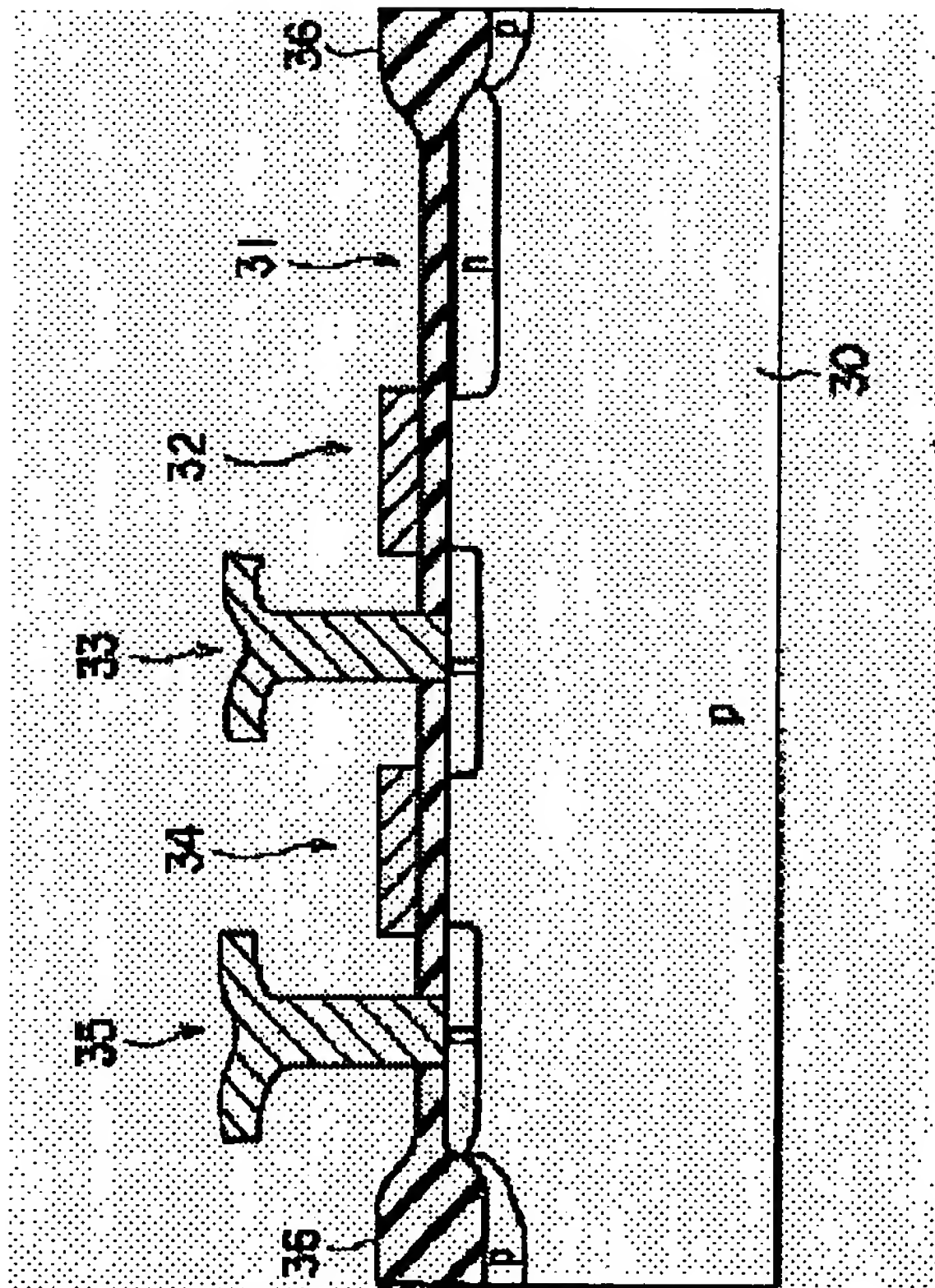
Also published as:

US6930722 (B1)
US2005231619 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2000023044

PROBLEM TO BE SOLVED: To expand the dynamic range of an amplifying solid-state image pickup device. **SOLUTION:** This device is provided with a photodetector 31 which generates charge corresponding to incident light quantity, a storing part 33 which stores the charge generated by the photodetector, a transfer gate 32 which transfers the charge generated by the photodetector to the storing part and an array part which two-dimensionally arranges unit cells having a reset gate 34 that limits charge storage quantity in row and column directions. Thus, the storage quantity of charge which is generated by the photodetector in a prescribed period and is transferred to the storing part through the transfer gate is limited and charge generated by the photodetector in the subsequent period and transferred through the transfer gate is added to the charge stored in the storing part.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-23044

(P2000-23044A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) IntCl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 4 N 5/335		H 0 4 N 5/335	F 4 M 1 1.8
H 0 1 L 27/146		H 0 1 L 27/14	A 5 C 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-185121

(22) 出願日 平成10年6月30日 (1998.6.30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 中村 信男

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 田中 頼子

神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株式会社東芝半導体システム技術センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

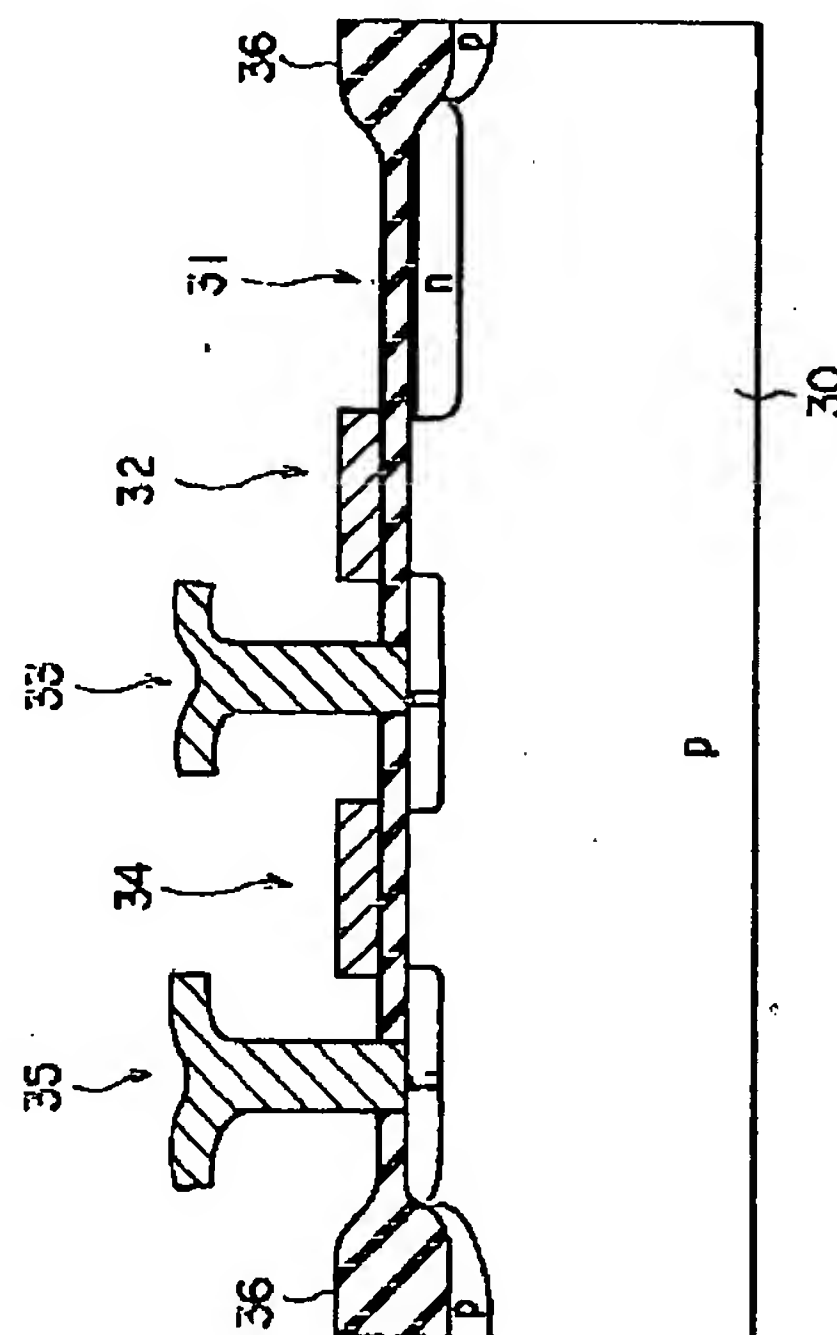
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 増幅型固体撮像装置のダイナミックレンジを拡大する。

【解決手段】 入射光量に応じた電荷を生じる受光素子31と、受光素子で生じた電荷を蓄積する蓄積部33と、受光素子で生じた電荷の蓄積部への転送を行う転送ゲート32と、電荷の蓄積量を制限するリセットゲート34とを有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部を有し、所定期間において受光素子で生じ転送ゲートを介して蓄積部に転送された電荷の蓄積量を制限し、その後の期間において受光素子で生じ転送ゲートを介して転送される電荷を蓄積部に蓄積されている電荷に加算する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】入射光量に応じた電荷を生じる受光素子と、この受光素子で生じた電荷を蓄積する蓄積手段と、前記受光素子で生じた電荷の前記蓄積手段への転送を行う転送手段と、前記蓄積手段に蓄積される電荷の蓄積量を制限する蓄積量制限手段とを有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部と、列方向に配列した複数の単位セルに対応して設けられ前記蓄積手段に蓄積されている電荷に対応した電気量が読み出される垂直信号線と、所定期間において前記受光素子で生じ前記転送手段を介して前記蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を前記蓄積量制限手段で制限し、前記所定期間よりも後の期間において前記受光素子で生じ前記転送手段を介して転送される電荷を前記蓄積手段に蓄積されている電荷に加算する制御手段とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】前記蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を前記蓄積量制限手段で制限する処理と、前記蓄積手段に転送される電荷を前記蓄積手段に蓄積されている電荷に加算する処理とを、同一の単位セルに対して異なる水平無効期間で行うことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】前記蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を前記蓄積量制限手段で制限する処理と、前記蓄積手段に転送される電荷を前記蓄積手段に蓄積されている電荷に加算する処理とを、すべての単位セルに対して同一の垂直無効期間で行うことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項4】入射光量に応じた電荷を生じる受光素子を有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部と、列方向に配列した複数の単位セルに対応して設けられ前記受光素子で生じた電荷に対応した電気量が読み出される垂直信号線と、複数の期間それぞれにおいて前記受光素子で生じた電荷に対応した電気量を前記垂直信号線を通してそれぞれ読み出す制御手段と、この制御手段で読み出された各期間に対応した電気量をそれぞれ記憶する記憶手段とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項5】複数の期間それぞれにおいて前記受光素子で生じた電荷に対応した電気量を垂直信号線を通してそれぞれ読み出す処理を、同一の単位セルに対して互いに異なる水平無効期間で行うことを特徴とする請求項4に記載の撮像装置。

【請求項6】入射光量に応じた電荷を生じる受光素子と、この受光素子で生じた電荷を蓄積する蓄積手段と、前記受光素子で生じた電荷の前記蓄積手段への転送を行う転送手段とを有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部と、列方向に配列した複数の単位セルに対応して設けられ前記蓄積手段に蓄積されている電荷に対応した電気量が読み出される垂直信号線

と、前記受光素子で生じた電荷の前記蓄積手段への転送を行う処理を全ての単位セルに対して同一の垂直無効期間で行うよう制御する制御手段とを有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像装置、特に増幅型固体撮像装置のダイナミックレンジの拡大に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図1は、代表的な増幅型固体撮像装置の概略構成を示したものである。半導体基板10上には、後述する複数の単位セルを行方向及び列方向に配列したイメージセンサー部11、各セルからの信号電荷に対応した電気量を記憶するラインメモリ部12、セルを駆動するための垂直レジスタ部13及び水平レジスタ部14が形成されており、各セルからはタイミングジェネレータ部15により決まったタイミングでラインメモリ部12に信号が読み出される。ラインメモリ部12に読み出された信号は、水平レジスタ部14を駆動することにより、順次オンチップアンプ16から出力される。

【0003】図2は、代表的な単位セル部の等価回路を示したものである。単位セルは、フォトダイオード21、転送ゲート（読み出しゲート）22、増幅トランジスタ23、アドレストランジスタ24、リセットトランジスタ25及び検出ノード26で構成されている。

【0004】読み出し動作は以下のようにして行われる。図示しないレンズで集光された光がフォトダイオード21に照射され、照射された光量に応じた電子電荷（或いはホール電荷、ここでは電子電荷とする）に光電変換される。ある決められた蓄積時間、光電変換され蓄積された電子電荷 Q_{sig} は、転送ゲート22に読み出しパルス Φ_{read} を印加することによって、フォトダイオード21から転送ゲート22を介して検出ノード26に読み出され、検出ノード26の寄生容量 C により電圧信号 V_{sig} に変換される。検出ノード26で変換される電圧 V_{sig} は、検出ノードの容量 C が一定であると仮定すると、 $V_{sig} = Q_{sig} / C$ となる。この信号 V_{sig} は、アドレス線27にアドレス選択パルス Φ_{addr} を印加してアドレストランジスタ24をオンさせることにより、増幅トランジスタ23を介して垂直信号線28に読み出される。信号電荷は1フレーム期間蓄積され、信号の読み出しは水平ブランキング期間において行われる。検出ノード26の電位は、読み出しの前或いは後に、所定の基準電圧を作成するために、リセットトランジスタ25により外部電圧 V_{DD} にリセットされる。

【0005】ところで、固体撮像装置における重要な基本特性の一つであるダイナミックレンジは、単位セルに蓄積できる信号電荷量で表される。セルサイズが微細になると蓄積部の容量が低下して飽和信号量が減少する。飽

和信号量が低下すると、ダイナミックレンジを大きくすることができず、小信号領域から大信号領域までを撮像することができなくなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の増幅型固体撮像装置では、ダイナミックレンジの拡大について十分な対策が施されておらず、高性能の撮像装置を構成することが困難であった。

【0007】本発明は、上記従来の課題に対してなされたものであり、ダイナミックレンジを拡大することが可能な増幅型固体撮像装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る撮像装置は、入射光量に応じた電荷を生じる受光素子と、この受光素子で生じた電荷を蓄積する蓄積手段と、前記受光素子で生じた電荷の前記蓄積手段への転送を行う転送手段と、前記蓄積手段に蓄積される電荷の蓄積量を制限する蓄積量制限手段とを有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部と、列方向に配列した複数の単位セルに対応して設けられ前記蓄積手段に蓄積されている電荷に対応した電気量が読み出される垂直信号線と、所定期間において前記受光素子で生じ前記転送手段を介して前記蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を前記蓄積量制限手段で制限し、前記所定期間よりも後の期間において前記受光素子で生じ前記転送手段を介して転送される電荷を前記蓄積手段に蓄積されている電荷に加算する制御手段とを有することを特徴とする（請求項1）。

【0009】受光素子に入射する光の光量が多い場合には、蓄積手段に蓄積される電荷量が飽和してしまうため、ダイナミックレンジが小さくなるという問題がある。本発明によれば、ある期間に受光素子で生成され蓄積手段に転送された電荷の量を制限し（すなわち、転送された電荷の一部を捨てる）、その後の期間において受光素子で生成された電荷を蓄積手段に蓄積されている電荷に対して加算することにより、複数の光電変換特性を合成した形の変換特性を得ることができる。したがって、それぞれの光電変換特性が異なるように各期間の長さを設定することにより、ダイナミックレンジを拡大することができる。

【0010】前記蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を前記蓄積量制限手段で制限する処理と、前記蓄積手段に転送される電荷を前記蓄積手段に蓄積されている電荷に加算する処理とは、同一の単位セルに対して異なる水平無効期間で行うことができる。（請求項2）。これを別の観点から見ると、異なる行の単位セルのセル動作を同一の水平無効期間で行うことになる。すなわち、同一の水平無効期間において、ある行に対しては蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を制限する処理を行い、これとは

異なる行に対しては電荷の加算をする処理を行うことになる。

【0011】本発明によれば、同一の単位セルに対して電荷の蓄積量を制限する処理と電荷の加算をする処理とを異なる水平無効期間（1行分の期間と次の1行分の期間との間の期間で、セルからの信号読み出しに対応する期間）で行うことにより、1フレーム期間で複数の異なる光電変換特性を得ることができ、ダイナミックレンジを拡大することができる。

【0012】前記蓄積手段に転送された電荷の蓄積量を前記蓄積量制限手段で制限する処理と、前記蓄積手段に転送される電荷を前記蓄積手段に蓄積されている電荷に加算する処理とは、すべての単位セルに対して同一の垂直無効期間で行うことができる（請求項3）。

【0013】本発明によれば、全ての単位セルに対して電荷の蓄積量を制限する処理と電荷の加算をする処理とを同一の垂直無効期間（1フレームと次の1フレームとの間の期間）において行うことにより、ダイナミックレンジを拡大する効果の他、1フレーム分の信号取り出しの同時性を満たすことができる。

【0014】本発明に係る撮像装置は、入射光量に応じた電荷を生じる受光素子を有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部と、列方向に配列した複数の単位セルに対応して設けられ前記受光素子で生じた電荷に対応した電気量が読み出される垂直信号線と、複数の期間それぞれにおいて前記受光素子で生じた電荷に対応した電気量を前記垂直信号線を通して複数行読み出す制御手段と、この制御手段で読み出された各期間に対応した電気量をそれぞれ記憶する記憶手段とを有することを特徴とする（請求項4）。

【0015】本発明によれば、異なる複数の期間それぞれにおいて受光素子で生じた電荷に対応した電気量をそれぞれ読み出して記憶するので、記憶された各電気量を信号処理手段によって合成することにより、複数の光電変換特性を合成した形の変換特性を得ることができる。したがって、各期間の長さを適当に設定することにより、各光電変換特性を異ならせることができ、ダイナミックレンジを拡大することができる。

【0016】前記複数の期間それぞれにおいて前記受光素子で生じた電荷に対応した電気量を垂直信号線を通してそれぞれ読み出す処理は、同一の単位セルに対して互いに異なる水平無効期間で行うことができる（請求項5）。これを別の観点から見ると、異なる行の単位セルの読み出し動作を同一の水平無効期間で行うということになる。

【0017】本発明によれば、同一の単位セルに対して互いに異なる水平無効期間において読み出し動作を行うことにより、1フレーム期間で複数の異なる光電変換特性を得ることができ、ダイナミックレンジを拡大することができる。

【0018】本発明に係る撮像装置は、入射光量に応じた電荷を生じる受光素子と、この受光素子で生じた電荷を蓄積する蓄積手段と、前記受光素子で生じた電荷の前記蓄積手段への転送を行う転送手段とを有する単位セルを行方向及び列方向に二次元的に配列したアレイ部と、列方向に配列した複数の単位セルに対応して設けられ前記蓄積手段に蓄積されている電荷に対応した電氣量が読み出される垂直信号線と、前記受光素子で生じた電荷の前記蓄積手段への転送を行う処理を全ての単位セルに対して同一の垂直無効期間で行うよう制御する制御手段とを有することを特徴とする（請求項6）。

【0019】本発明によれば、全ての単位セルに対して受光素子で生じた電荷の蓄積手段への転送を行う処理を同一の垂直無効期間で行うことにより、1フレーム分の信号取り出しの同時性を満たすことができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。なお、特に示さない限り、増幅型固体撮像装置の概略構成については図1を、単位セル部の等価回路構成については図2に示したものをを用いるものとする。

【0021】（実施形態1）図3は、本実施形態に係る増幅型固体撮像装置の単位セル部の断面構成を示した図である。Pウェル或いはP基板からなるシリコン基板30上に、フォトダイオード31（n型の蓄積部の表面にp型の領域が形成されている）、読み出しゲート（転送ゲート）32、検出ノード33、リセットゲート34、電源部35が形成されている。これらによって構成される各単位セルは、LOCOS素子分離領域36によって電氣的に分離されている。なお、図には示していないが、検出ノード33の寄生容量に並列にキャパシタを形成しておいてもよい。

【0022】図4及び図5は、本実施形態の動作を図3に示した構成に対応して説明した図であり、動作中の電子に対する電位図を示したものである。LOCOS部36の電位は、LOCOS部の下に形成されているp領域により0Vよりも若干低くなっている。また、フォトダイオード部31の電位は、通常は1V程度に作られているが、np型フォトダイオード（図には示されていない）のように、1Vよりも深くても構わない。

【0023】図4（a）では、フォトダイオード部31には図に示す電位まで信号電荷Q1が蓄積されている。この信号電荷の蓄積は1回目の蓄積になる。読み出しゲート（転送ゲート）32はオフしているので、フォトダイオードの信号は保持されている。この時、リセットゲート34をオンすることにより、検出ノード33の電位は電源部35の電圧と同じ電圧（この場合電源電圧として3.3Vを仮定している）にリセットされる。

【0024】次に、図4（b）に示すように、リセットゲート34をオフ状態し、転送ゲート32をオン状態に

する。これにより、転送ゲート32の電位が高くなり、フォトダイオード部31の信号電荷Q1は検出ノード33に読み出される。フォトダイオード部31の信号電荷Q1はすべて読み出されるので、フォトダイオード部31の電位は読み出された信号電荷分に対応して高くなる。

【0025】次に、図4（c）に示すように、リセットゲート34にオン状態の電圧とオフ状態の電圧の間の所定の電圧を印加することで、検出ノード33に読み出された信号電荷Q1の一部を捨てる。これにより検出ノード33には信号電荷Q2が残される。

【0026】その後、図5（d）に示すように、2回目の蓄積を行う。この2回目の蓄積時間は1回目の蓄積時間よりも短くなっている。この2回目の蓄積動作により、フォトダイオード部31には信号電荷Q3が蓄積される。

【0027】次に、図5（e）に示すように、転送ゲート32をオン状態にして2回目に蓄積された信号電荷Q3を検出ノード33に転送する。これにより、検出ノードに残っている電荷Q2に転送された信号電荷Q3が加算される。

【0028】上記検出ノード33における加算演算が終了すると信号読み出しの動作が終了するので、図5（f）に示すように、検出ノード33はリセットされ、元の電位にもどる。

【0029】図6及び図7は、図4及び図5で示した動作のタイミングチャートを示したものである。同一の水平ブランキング期間（水平無効期間）において、異なる行（ライン）における異なる動作を行うものである。すなわち、図6に示した水平ブランキング期間内において、信号の加算及び垂直信号線への読み出し動作（図5の（e）及び（f）の動作）を行う行と、検出ノードの信号の一部を捨てる動作（図4の（b）及び（c）の動作）を行う行とは異なっている。検出ノードの信号の一部を捨てる動作を行った行では、2回目の蓄積動作を行った後の水平ブランキング期間において、今度は信号の加算及び読み出し動作を行う行となる。

【0030】このように、強い光の方向の撮像ができるように、標準信号領域の光電変換特性と強い光信号に対する光電変換特性を異ならせ、強い光信号の場合の光電変換特性を小さくすることによってダイナミックレンジを拡大している。なお、図6の場合は水平ブランキング期間に異なる2行の動作を行う例であるが、3行或いはそれ以上の場合についても同様の手法を適用することができ、さらにダイナミックレンジを拡大することができる。

【0031】図7は、垂直期間のタイミングで見た場合の信号蓄積動作を示したものである。本実施形態における増幅型固体撮像装置は行読み出し動作であるので、1フレームにわたって読み出し動作が行われる。信号蓄積

期間は、1フレームの期間を2分割し、1回目の蓄積期間と2回目の蓄積期間に分割している。1回目の蓄積期間で蓄積された信号電荷のうち、ある一定以上の信号電荷は検出ノードから外部に捨てられる。検出ノードに残った信号電荷と2回目の信号蓄積期間に蓄積された信号電荷とが加算されて、実線で示したタイミングで行読み出しが行われる。行読み出し動作は、早く動く画像の場合などにその同時性が問題になる場合があるが、30Hzや60Hzの動画では殆ど問題にはならない。なお、蓄積期間が3回或いはそれ以上の場合についても同様の手法を適用できることはもちろんである。

【0032】(実施形態2)次に、第2の実施形態について、図8及び図9に示したタイミングチャートを参照して説明する。本実施形態は、メカシャッター動作を用いた電子スチルカメラに増幅型固体撮像装置を適用することを想定したものである。

【0033】まず、図8に示した動作について説明する。これは、フォトダイオードがnp型フォトダイオードのような不完全転送型の場合に用いるものである。通常の画像を取り込んでいる場合には、1フレーム期間に対応した読み出し動作によりセル部が駆動されている。メカシャッターが閉じられると、読み出し動作からリセット動作に移行する。このリセット動作は、フォトダイオードがnp型フォトダイオードのような不完全転送型の場合に行うものであり、フォトダイオードに信号を一度注入した後に再度排出することによって、バイアス電荷を掃き出すことを目的として行うものである。

【0034】リセット動作が終了すると、メカシャッターを開状態にする。このメカシャッターが開状態の期間が、光信号取り込み期間に相当する。その後、メカシャッターを閉じて信号を読み出す動作に切り替える。続いて、再度リセット動作を行った後に蓄積動作及び読み出し動作を行い、メカシャッターが閉期間における暗時信号を取り込む。光信号(明時信号)取り込み期間と暗時信号取り込み期間の信号の差を取ることで、素地むら・白傷などの雑音を取り除くことができる。なお、暗時むら・白傷などの雑音が問題ない場合には、暗時信号の取り込みは不要である。

【0035】次に、図9に示した動作について説明する。これは、フォトダイオードが完全転送型の場合に用いるものである。完全転送型では残像やリニアリティの問題が発生しないので、図8に示したリセット動作を行う必要がない。そのため、図9の例では図8に示したリセット動作の期間も読み出し動作になっている。つまり、光信号取り込み期間後の信号読み出し動作によって明時信号を取り込み、暗時信号取り込み期間後の読み出し動作によって暗時信号を取り込み、両者の差を取ることで暗時むらや白傷をなくすることができる。ただし、暗時むら・白傷などの雑音が問題ない場合には、図8の例と同様、暗時信号の取り込みは不要である。

【0036】(実施形態3)次に、第3の実施形態について説明する。本実施形態は、図10に示すように、同一の水平ブランキング期間内において、X行のセル読み出し動作とY行離れた(X+Y)行のセル読み出し動作を行うものである。次の水平ブランキング期間には、(X+1)行目の読み出し動作と(X+1+Y)行目の読み出し動作が行われる。

【0037】すなわち、同一行のセル動作で見た場合には、1フレーム分の行数をTとすると、(T-Y)行分に相当する期間蓄積された信号とY行分に相当する期間蓄積された信号を、互いに異なる水平無効期間においてそれぞれラインメモリに読み出している。ラインメモリに記憶された両信号は外部に同時に読み出され、チップ外部の信号処理回路により演算して足し合わされる。例えば両蓄積期間の長さを異ならせることによりダイナミックレンジを拡大することができる。

【0038】図11は、同一の水平ブランキング期間内において、X行のセル読み出し動作、これとY行離れた(X+Y)行のセル読み出し動作、さらに(Y+Z)行離れた(X+Y+Z)行の読み出し動作を行うものである。すなわち、同一行のセル動作で見た場合には、1フレーム分の行数をTとすると、(T-Y-Z)行分に相当する期間蓄積された信号、Y行分に相当する期間蓄積された信号及びZ行分に相当する期間蓄積された信号それぞれを、互いに異なる水平無効期間においてそれぞれラインメモリに読み出している。ラインメモリに記憶された各信号は外部に同時に読み出され、チップ外部の信号処理回路により演算して足し合わされ、ダイナミックレンジを拡大することができる。増幅型固体撮像装置はランダムアクセスが可能であり、このような読み出し方法を行うことができる。

【0039】図12は、図10に対応するフレームごとの動作を示したものである。垂直ブランキング期間と次の垂直ブランキング期間の間において、各行の信号読み出し動作が行われる。信号蓄積期間は2分割されており、相対的に長い蓄積期間xの信号と相対的に短い蓄積期間yの信号が異なる水平無効期間において垂直信号線に読み出され、これらがラインメモリにそれぞれ記憶される。

【0040】図13は、図11に対応するフレームごとの動作を示したものである。この例では、信号蓄積期間が3分割されており、相対的に長い蓄積期間xの信号、その次に長い蓄積期間yの信号、短い蓄積期間zの信号が、それぞれ異なる水平無効期間において垂直信号線に読み出され、これらがラインメモリにそれぞれ記憶される。

【0041】図14は、本実施形態における回路構成の概略を示したものである。ここでは、図11及び図13の場合に対応する例を示している。1フレーム期間を3分割(期間x、期間y、期間z)した蓄積時間の互いに

異なる信号が、それぞれ1Hメモリ12a、12b及び12cに読み出され、各メモリ12a、12b及び12cから出力された信号が信号処理回路17により、再度一つの画像に合成される。

【0042】本実施形態における合成画像の光電変換特性について、図15及び図16を参照して説明する。図15において、特性C1は図14における蓄積期間xに、特性C2は蓄積期間yに、特性C3は蓄積期間zにそれぞれ対応している。蓄積期間がそれぞれ異なるために、特性C1に対応する画像がもっとも光信号に敏感で、特性C2、C3の順にセンサー出力は小さくなる。通常は飽和信号量に達するとフォトダイオードに信号を貯めることができなくなるため、ダイナミックレンジDRは図18に示す範囲になる。このダイナミックレンジは通常60～70dB程度である。

【0043】これに対して、図14に示した信号処理回路17で合成された信号は、図16に示すようにダイナミックレンジDRが拡大している。すなわち、信号処理回路の出力レベルL1までは光電変換特性C1の特性が、出力レベルL1からL2までは光電変換特性C2の特性が、出力レベルL2以上では光電変換特性C3の特性が、それぞれ対応している。これによって、図15に示したダイナミックレンジを図16に示したダイナミックレンジまで拡大することができる。

【0044】(実施形態4)次に、第4の実施形態について説明する。図17は、本実施形態に係る単位セル部の断面構成を示した図である(基本的には図3と同様の構成をとることができる)。N型シリコン基板上にPウェルが形成された半導体基板40に、フォトダイオード部41(n型の蓄積部の表面にp型の領域が形成されている)、読み出しゲート(転送ゲート)42、検出ノード43が形成されており、これらによって構成される各単位セルは、LOCOS素子分離領域44によって電気的に分離されている。フォトダイオード41から転送ゲート42を介して検出ノード43へ転送された信号電荷は、検出ノード43の寄生容量Cによって信号電圧に変換される。この信号電圧はアンプ45を通して垂直信号線46に伝わり、ラインメモリ(図示せず)に蓄積されることになる。

【0045】図18は、図17に示した増幅型個体撮像装置の動作タイミングを示したタイミングチャートである。すでに説明した実施形態1～3の増幅型個体撮像装置の読み出し方法は、いずれもライン(行)読み出しであった。このライン読み出しは、セルの走査方式としては簡単ではあるが、最初の行と最後の行で約1フレーム分の時間差があり(蓄積時間はともに1フレーム)、CCD型固体撮像装置と比較すると同時性がないという問題がある。したがって、速いフレーム周波数で動作させる場合や遅い動作の画像を撮像する場合は問題ないが、フレーム周波数が遅い場合や高速画像を撮像する場合は

画像がぼけるという問題点がある。

【0046】本実施形態は、増幅型固体撮像装置において同時性を満足した画像を実現する方法を示したものである。すなわち、本実施形態では、図18に示すように、垂直ブランキング期間の間にすべての行(ライン)に対して同時にセル動作を行わせるようにしている。なお、図18の例では、垂直期間内に3回のセル動作を行っているが、これは1回或いは2回の場合でもよく、さらには4回以上の場合でもよい。

【0047】簡単のために、垂直ブランキング期間におけるセル動作が1回の場合について説明する。まず、すべての検出ノードをリセット状態にする。さらに、すべての転送ゲートをオン状態とし、信号電荷を検出ノードに読み出す。検出ノードには寄生容量が存在するので、信号電荷はこの寄生容量に蓄積されることになる。なお、容量を大きくしたい場合には、検出ノードに寄生容量とは別に容量を形成してもよい。このようにして、垂直ブランキング期間においてすべての信号電荷を検出ノードに蓄積し、垂直有効期間において各行(ライン)の信号を順次読み出せば(垂直有効期間における水平無効期間で順次読み出す)、CCD型固体撮像装置と同様に同時性のある画像を取り込むことができる。

【0048】次に、図18に示すように、垂直ブランキング期間におけるセル動作が3回の場合について説明する。この例も、垂直ブランキング期間の間にすべての行(ライン)に対して同時にセル動作を行わせることにより同時性を確保するとともに、第1の実施形態で説明したように、検出ノードで信号の演算(信号の一部排出と加算の繰り返し)を行い、ダイナミックレンジを拡大するものである。すなわち、期間T1において第1回目の蓄積動作を行い、期間T2において第2回目、期間T3において3回目の蓄積動作を行うものである。

【0049】図19及び図20に、より詳細な動作例を示す。図19は1フレーム期間に信号蓄積を2回行う場合であり、第20図は1フレーム期間に信号蓄積を3回行う場合である。

【0050】図19の場合には、まずT1の蓄積期間において検出ノードに蓄積された信号電荷のうち、電圧V1よりも大きな電圧に対応する電荷が垂直ブランキング期間において捨てられる(第1の実施形態の信号電荷を一部捨てる動作に対応)。つまり、T1期間に検出ノードに蓄積された信号電荷によって生じる電圧がV1よりも小さければ電荷は捨てられないし、大きければ電圧V1にセットされることになる。その後、T2期間の間に検出ノードに蓄積された信号電荷がV1に相当する信号電荷に加算され、その結果生じた電圧信号が同一の垂直部ブランキング期間においてトータルの信号として外部に読み出される。第1の実施形態では、行(ライン)ごとに信号の一部を捨てる動作と信号の加算動作が行われていたが、本実施形態では垂直ブランキング期間におい

て信号の一部を捨てる動作と信号の加算動作がすべてのラインで行われる。

【0051】図20の場合には、まずT1の蓄積期間において検出ノードに蓄積された信号電荷のうち、電圧V1よりも大きな電圧に対応する電荷が垂直ブランキング期間において捨てられる（第1の実施形態の信号電荷を一部捨てる動作に対応）。その後、T2期間の間に検出ノードに蓄積された信号電荷がV1に相当する信号電荷に加算される。このとき、検出ノードの信号電荷のうち、電圧V3よりも大きな電圧に対応する電荷が同一の垂直ランキング期間において捨てられる。さらにその後、T3期間の間に検出ノードに蓄積された信号電荷がV3に相当する信号電荷に加算され（T2期間後の加算動作でV3に満たない場合には、V3に満たない信号電荷に加算される）、その結果生じた電圧信号が同一の垂直ブランキング期間においてトータルの信号として外部に読み出される。

【0052】このように、本実施形態によれば、増幅型固体撮像装置において信号読み出しの同時性を満足することができるとともに、ダイナミックレンジの拡大をはかることができる。

【0053】以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施することが可能である。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、複数の光電変換特性を合成した形の変換特性を得ることができるため、撮像装置のダイナミックレンジを拡大することができ、高性能の撮像装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】代表的な増幅型固体撮像装置の概略構成を示した図。

【図2】増幅型固体撮像装置における代表的な単位セル部の等価回路を示した図。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の単位セル部の断面構成を示した図。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る増幅型固体撮像装置についてその動作を順を追って示した図。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る増幅型固体撮像装置についてその動作を順を追って示した図。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る増幅型固体撮像装置について主として水平期間における動作タイミングを示した図。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る増幅型固体撮像装置について主として垂直期間における動作タイミングを示した図。

【図8】本願の第2の実施形態の動作の一例についてその動作タイミングを示した図。

【図9】本願の第2の実施形態の動作の他の例について

その動作タイミングを示した図。

【図10】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の一例について主として水平期間における動作タイミングを示した図。

【図11】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の他の例について主として水平期間における動作タイミングを示した図。

【図12】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の一例について主として垂直期間における動作タイミングを示した図。

【図13】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の他の例について主として垂直期間における動作タイミングを示した図。

【図14】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置についてその回路構成を示した図。

【図15】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の入射光量に対するセンサー出力について示した図。

【図16】本発明の第3の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の入射光量に対する信号処理回路出力について示した図。

【図17】本発明の第4の実施形態に係る増幅型固体撮像装置について主としてその断面構成について示した図。

【図18】本発明の第4の実施形態に係る増幅型固体撮像装置について主として垂直期間における動作タイミングを示した図。

【図19】本発明の第4の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の一例について主として垂直期間における動作タイミングを示した図。

【図20】本発明の第4の実施形態に係る増幅型固体撮像装置の他の例について主として垂直期間における動作タイミングを示した図。

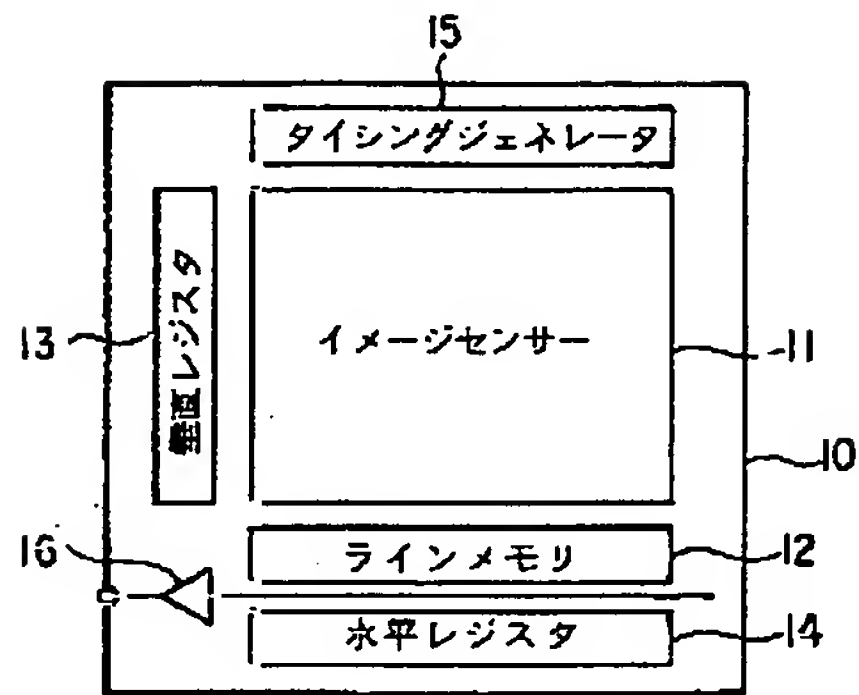
【符号の説明】

- 10…半導体基板
- 11…イメージセンサー
- 12…ラインメモリ
- 13…垂直レジスタ
- 14…水平レジスタ
- 15…タイミングジェネレータ
- 16、45…アンプ
- 17…信号処理回路
- 21…フォトダイオード
- 22…転送ゲート
- 23…増幅トランジスタ
- 24…アドレストランジスタ
- 25…リセットトランジスタ
- 26…検出ノード
- 27…アドレス線
- 28、46…垂直信号線

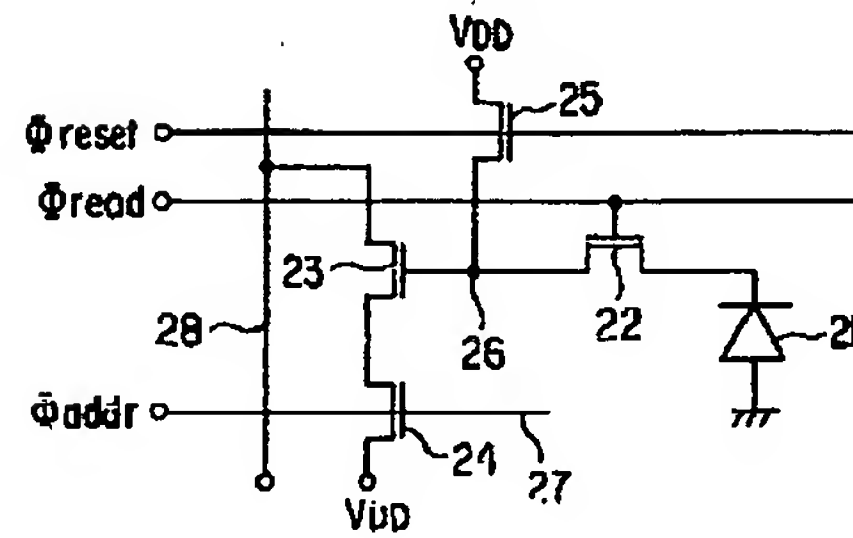
30、40…半導体基板
 31、41…フォトダイオード
 32、42…転送ゲート
 33、43…検出ノード

34…リセットゲート
 35…電源部
 36、44…素子分離領域

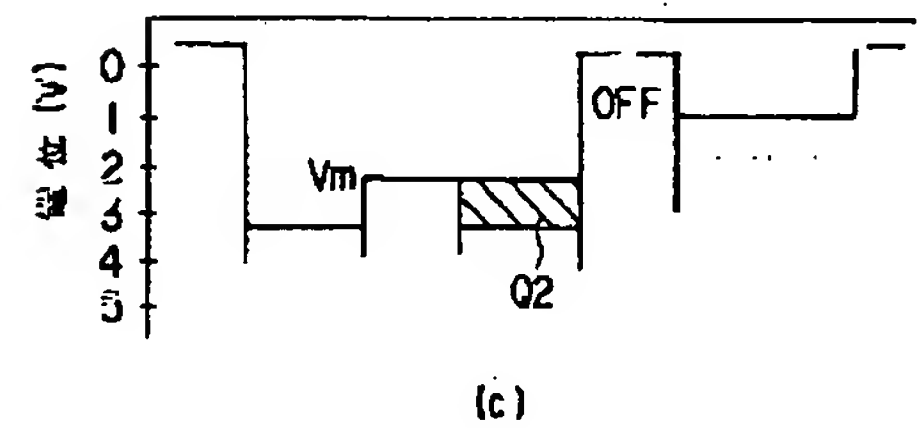
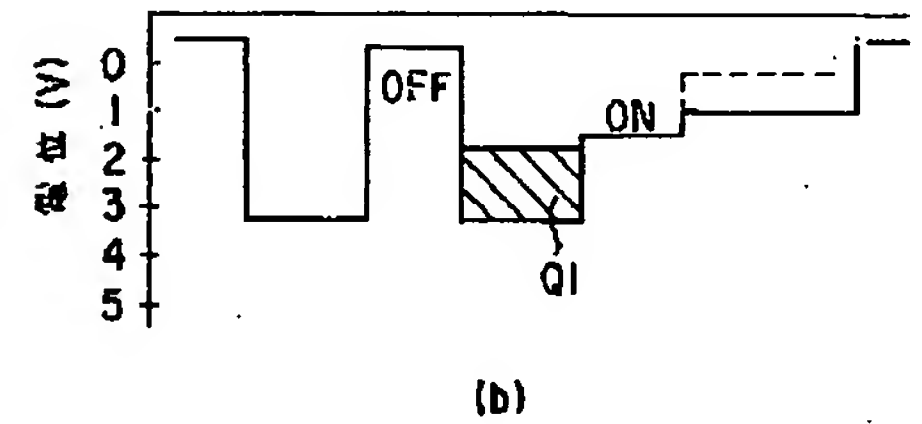
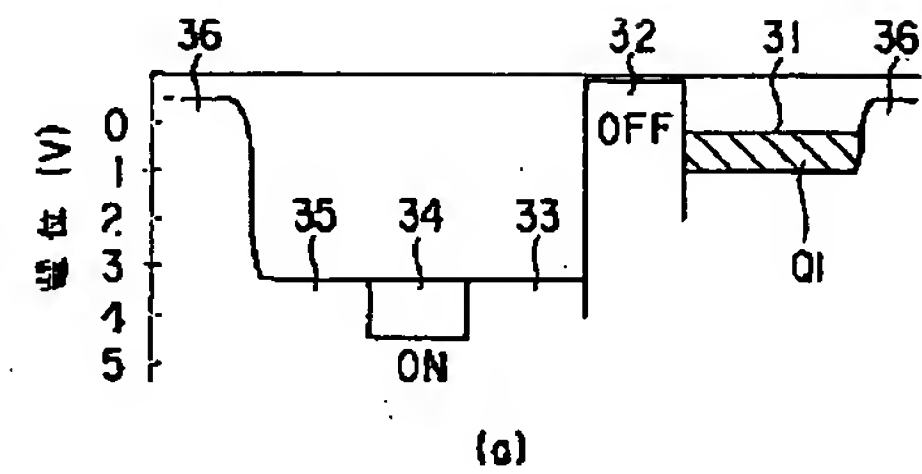
【図1】



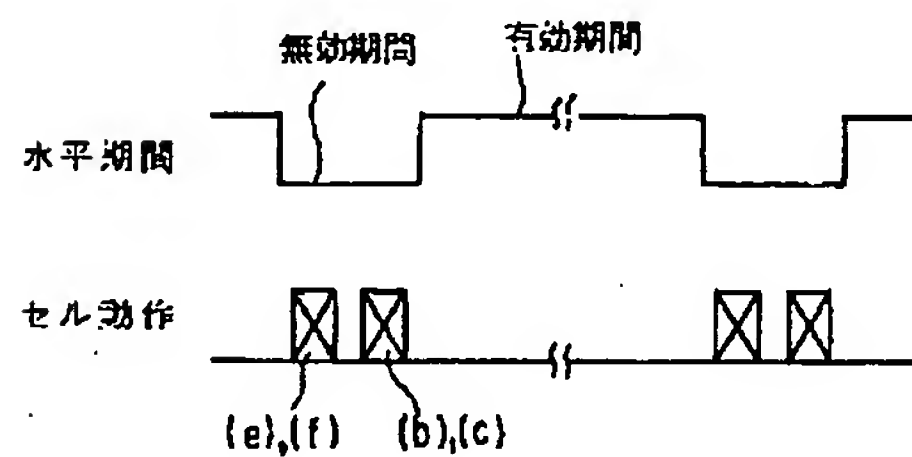
【図2】



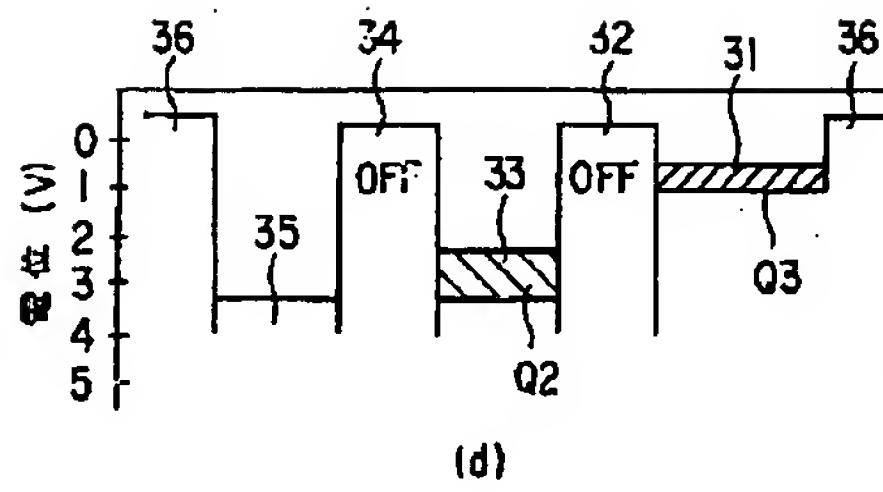
【図4】



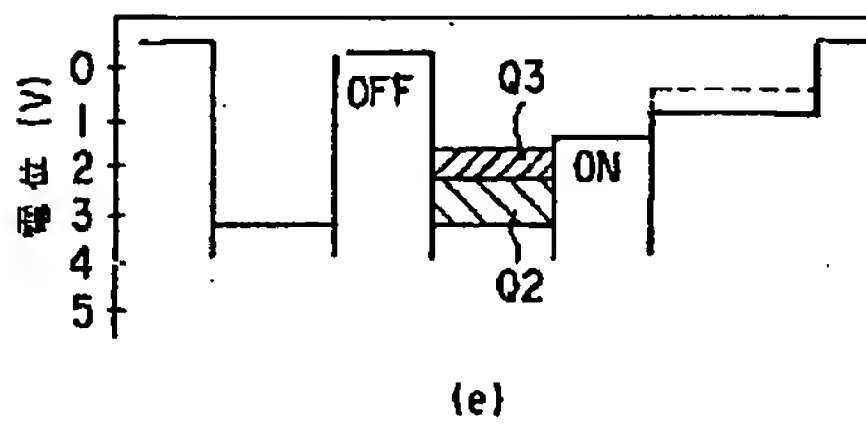
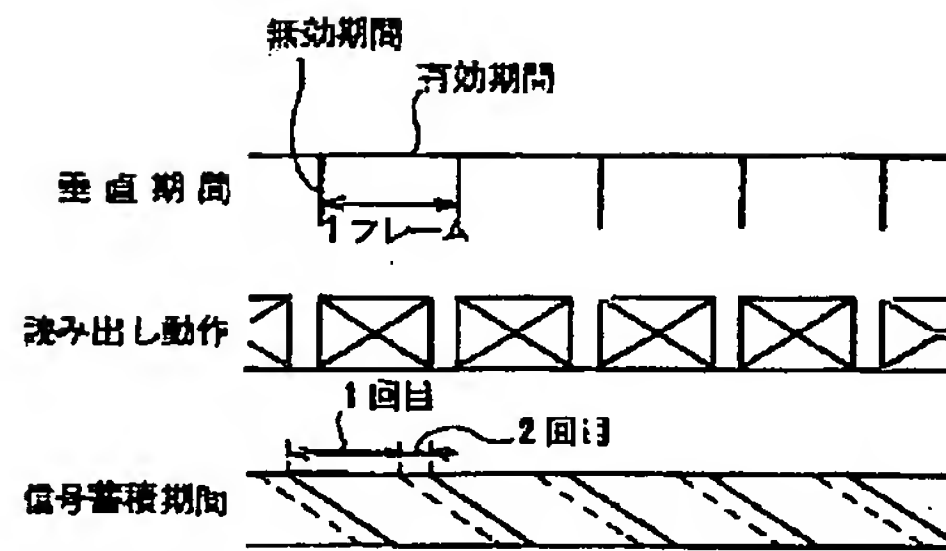
【図6】



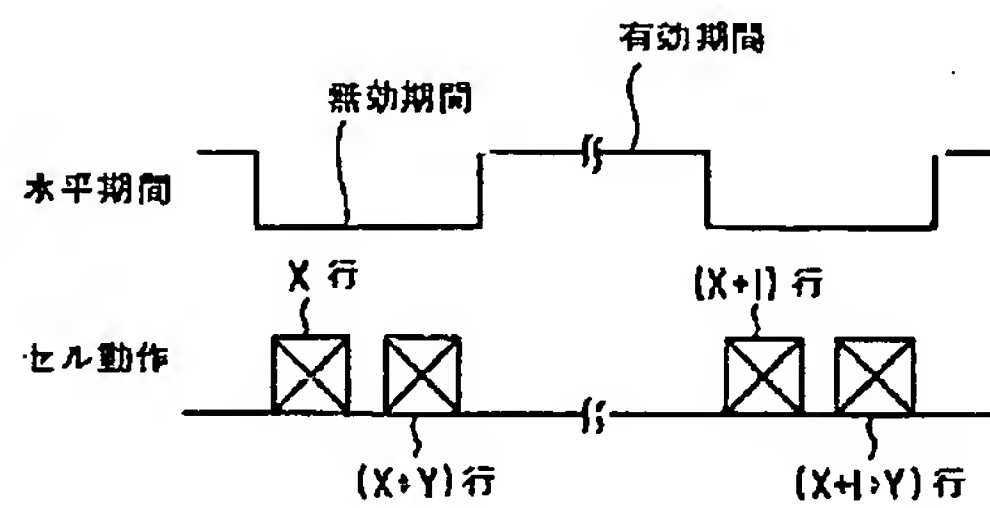
【図5】



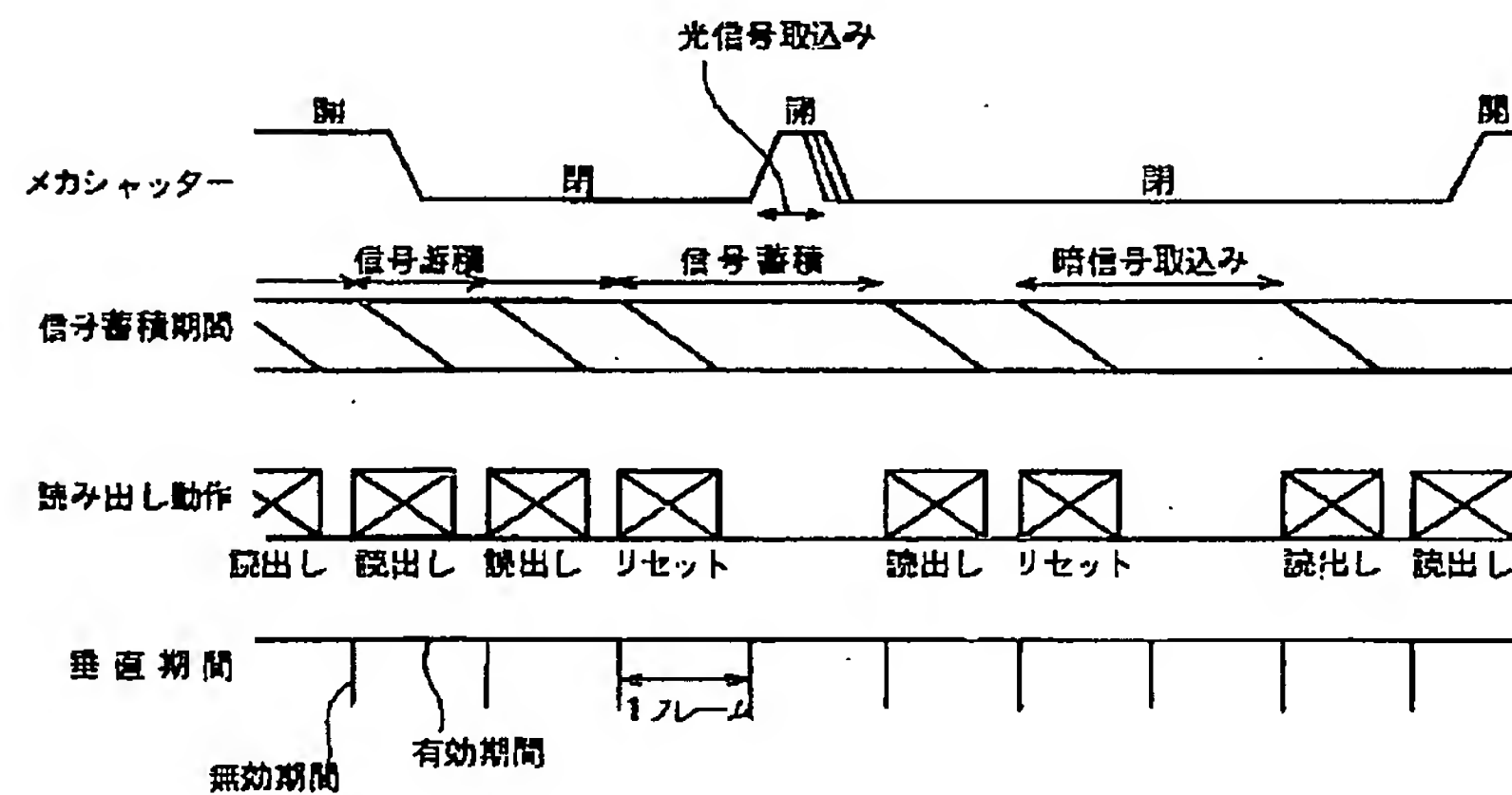
【図7】



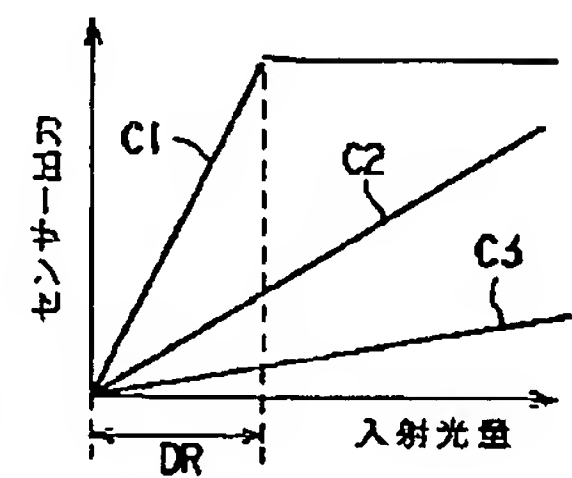
【図10】



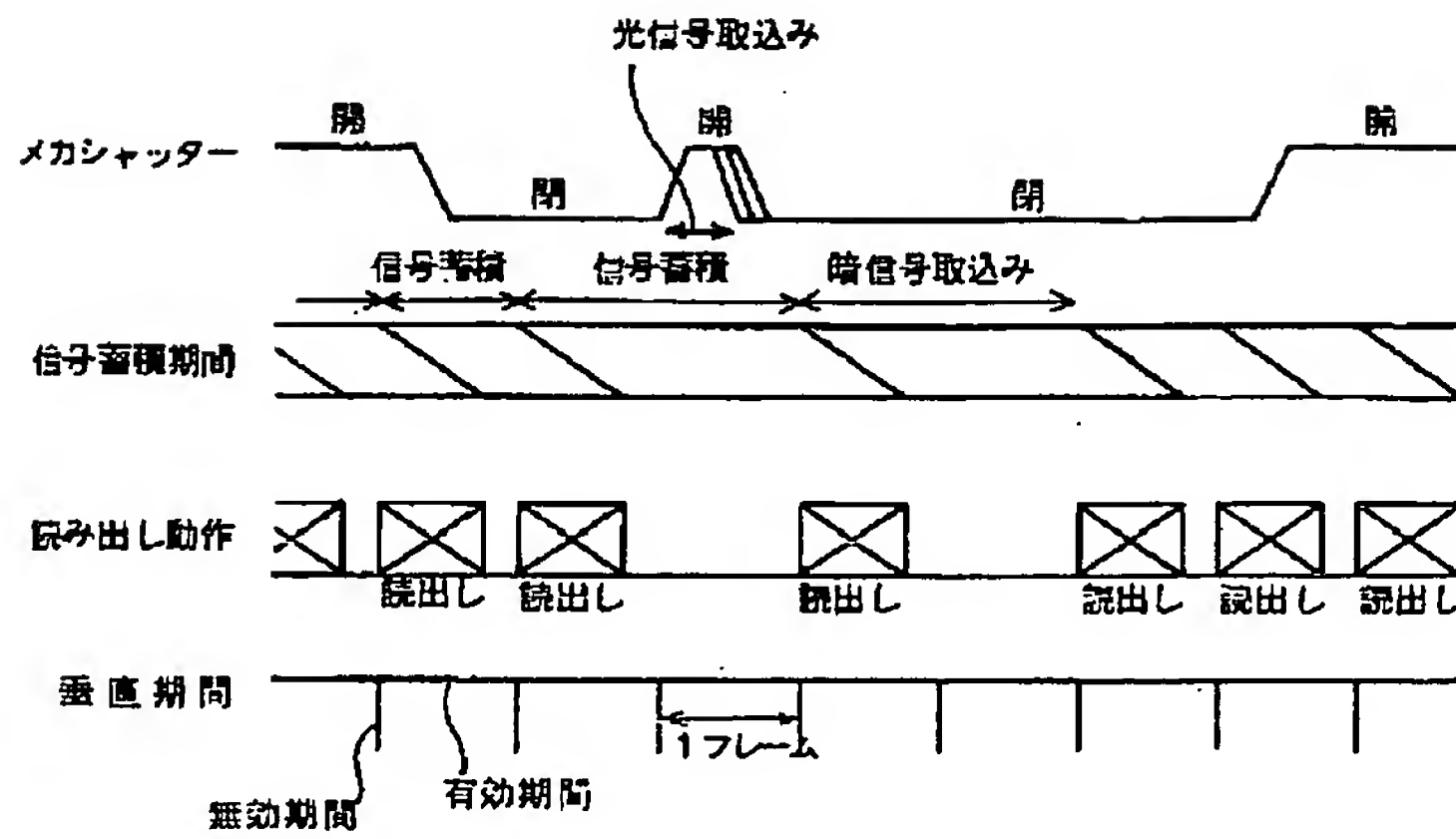
【図8】



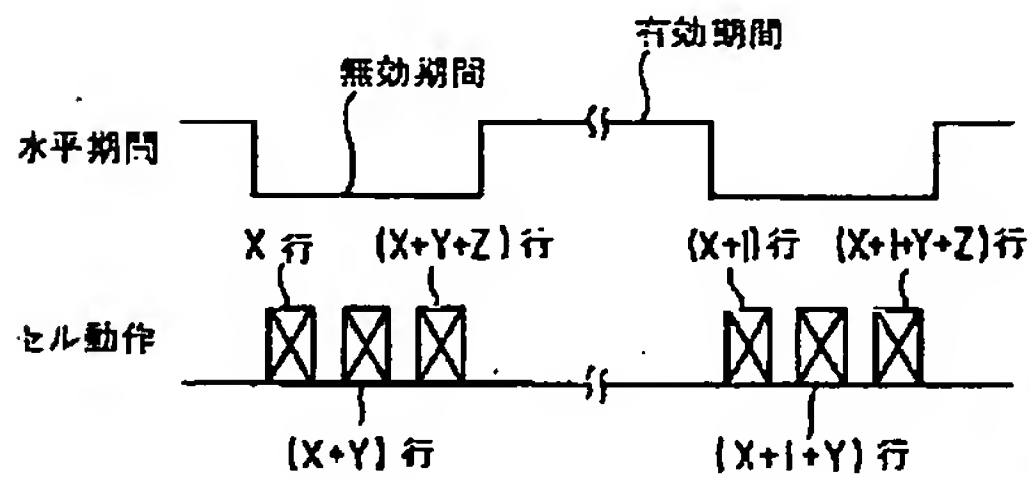
【図15】



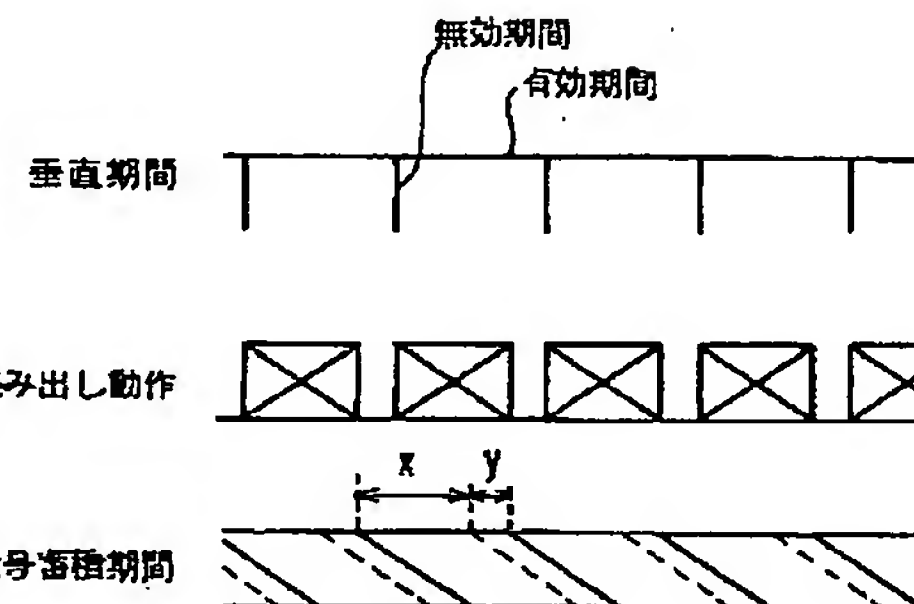
【図9】



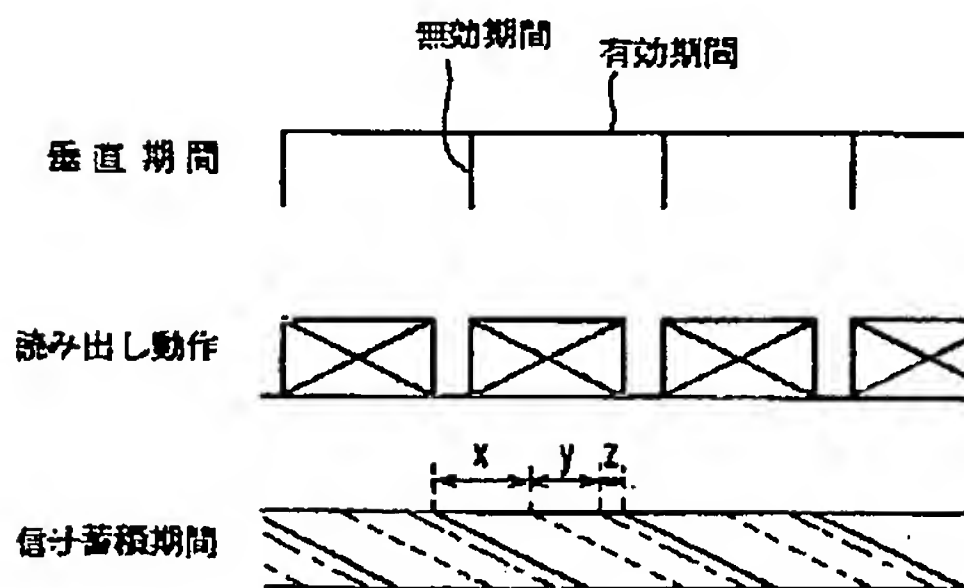
【図11】



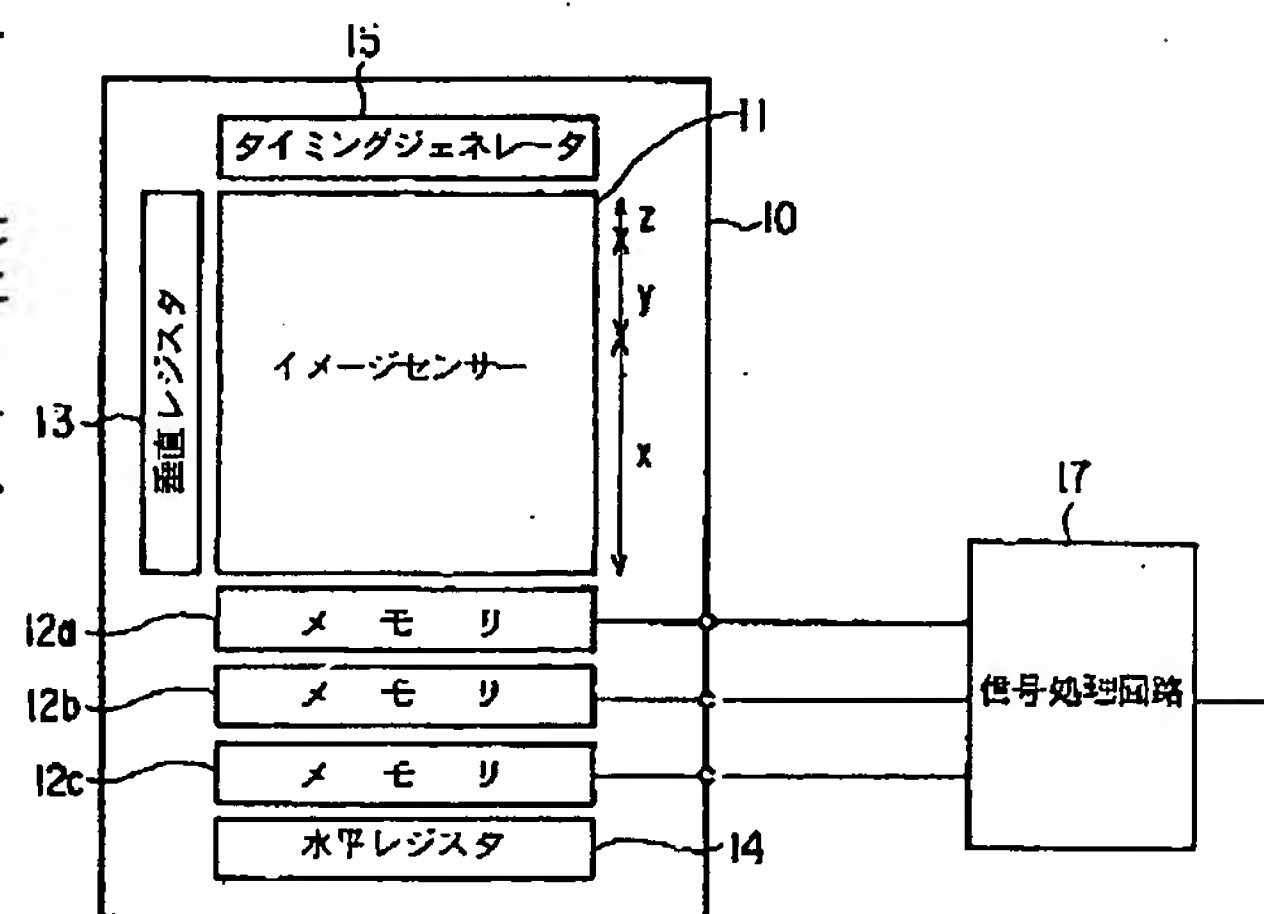
【図12】



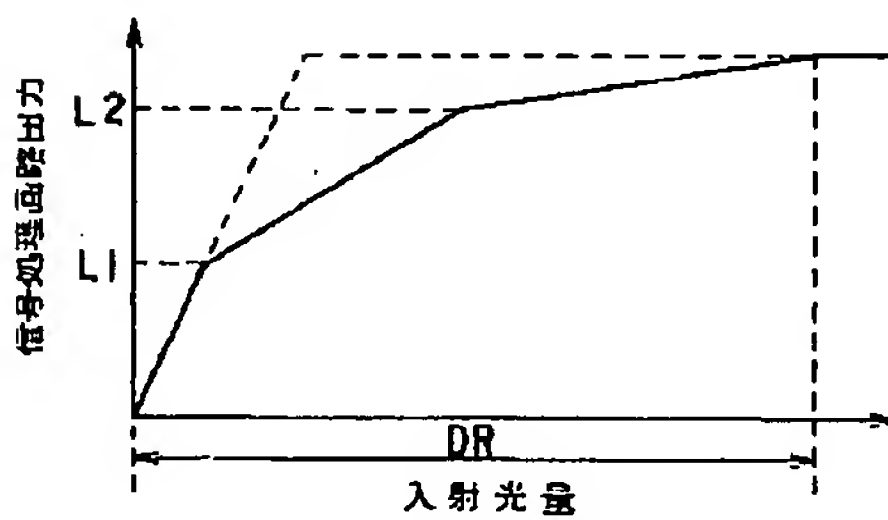
【図13】



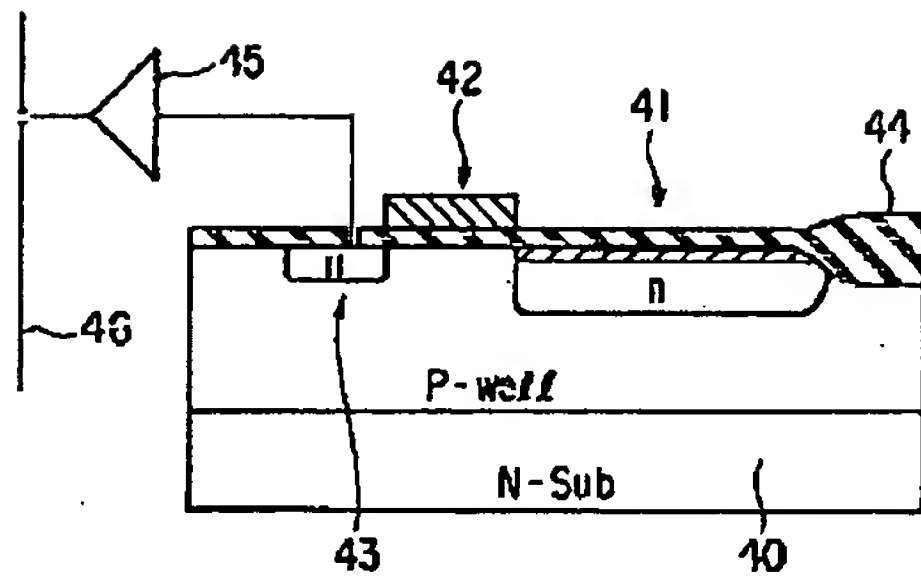
【図14】



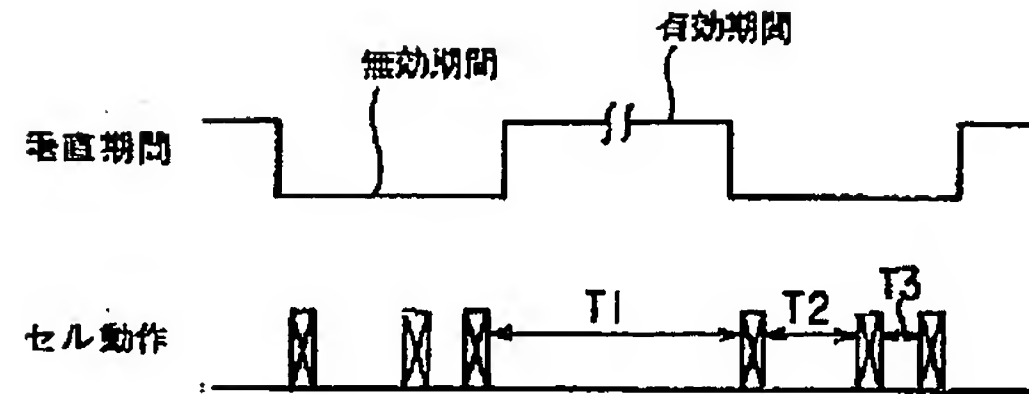
【図16】



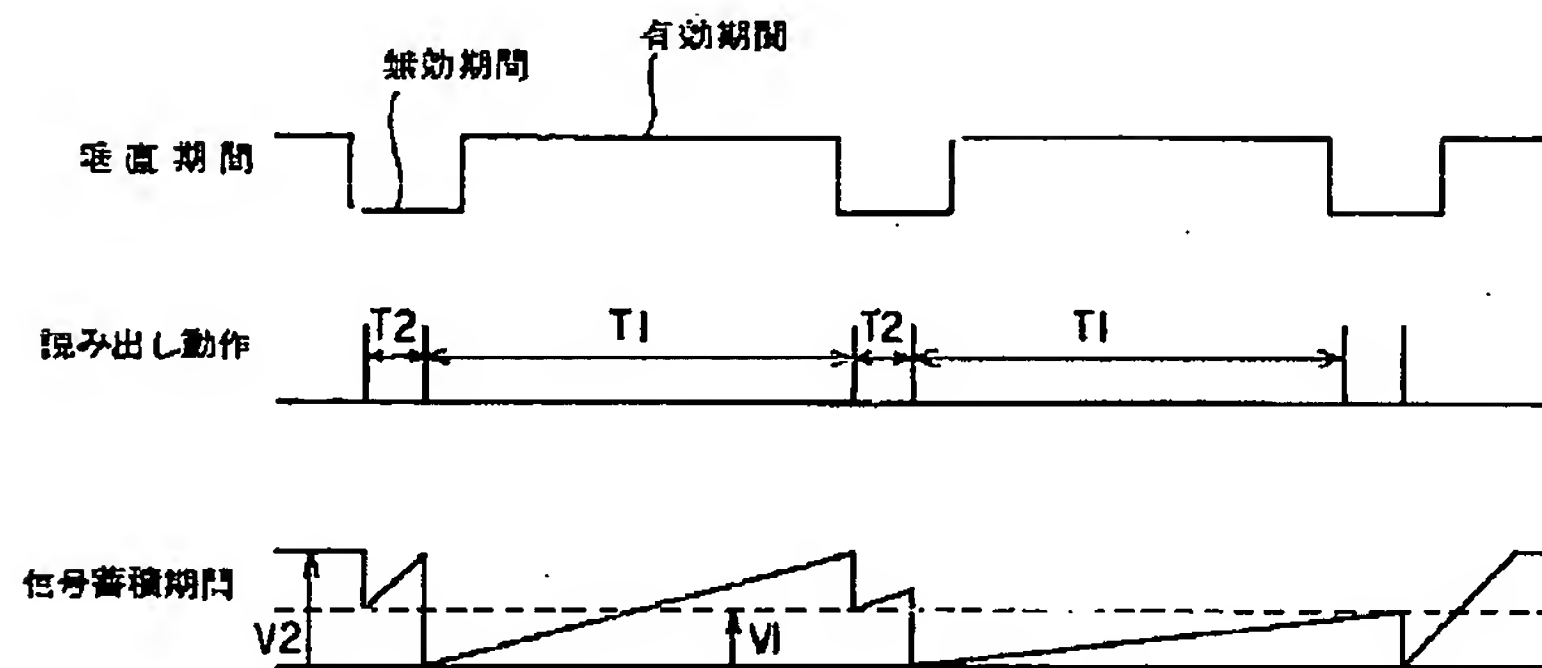
【図17】



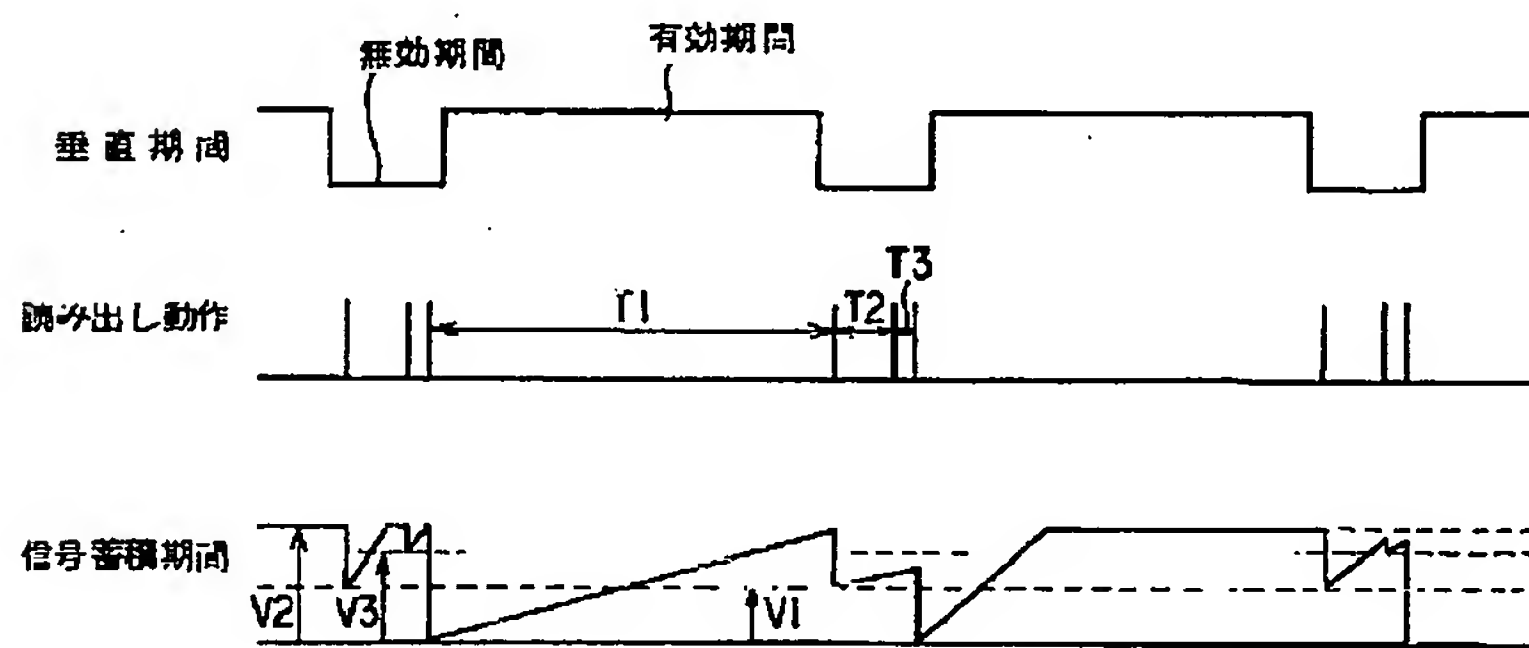
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 江川 佳孝
神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株
式会社東芝半導体システム技術センター内
(72)発明者 大澤 慎治
神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株
式会社東芝半導体システム技術センター内

(72)発明者 杉木 忠
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(72)発明者 遠藤 幸雄
神奈川県川崎市幸区堀川町580番1号 株
式会社東芝半導体システム技術センター内

(12) 冊2000-23044.(P2000-23044A)

Fターム(参考) 4M118 AA02 AB01 BA14 CA03 CA04
DB01 DD12 FA06 FA38
5C024 AA01 CA15 CA17 EA01 FA01
FA11 GA26 GA48 GA49 HA18
HA23 JA21